Cálculos Estequiométricos

M EN C RAFAEL GOVEA VILLASEÑOR

UAM-I Y CINVESTAV-IPN

Versión 1.4 Sep 2017

Cálculos Preliminares

MASA Y VOLUMEN MOLAR

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué es una Mol?

- Es la unidad del SI para medir la cantidad de sustancia.
- Es el factor de conversión para enlazar el Mundo Nanoscópico de las Moléculas con el Mundo Macroscópico que observamos.
- Es la Masa Molecular expresada en gramos (Masa Molar)
- En las sustancias gaseosas hablamos de Volumen Molar (22.4 L en condiciones npt*) que es igual para todos los gases de acuerdo a la Ley de Avogadro.
- En una Mol de cualquier sustancia hay 602 mil 200 trillones de partículas = 602,200, 000,000, 000,000, 000,000 que escribimos mejor con notación científica = 6.022×10^{23}.

* Condiciones normales de presión y temperatura = 1 atm y 20° C

¿Qué es la Masa Molar?

Es la Masa Molecular o atómica relativa expresada en gramos.

Por ejemplo, para el Metano CH_4:

La Masa Molecular (MM) del Metano es la suma de la masa de sus átomos.

1) Enlistamos los elementos que conforman la molécula,
2) multiplicamos la Masa atómica por el número de átomos presentes de cada elemento,
3) Sumamos y anotamos las unidades (g):

Carbono

Hidrógenos

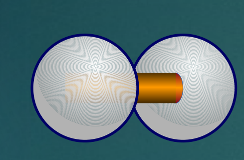
C = 12 x 1 = 12
+
H = 1 x 4 = 4
MM = 16 g

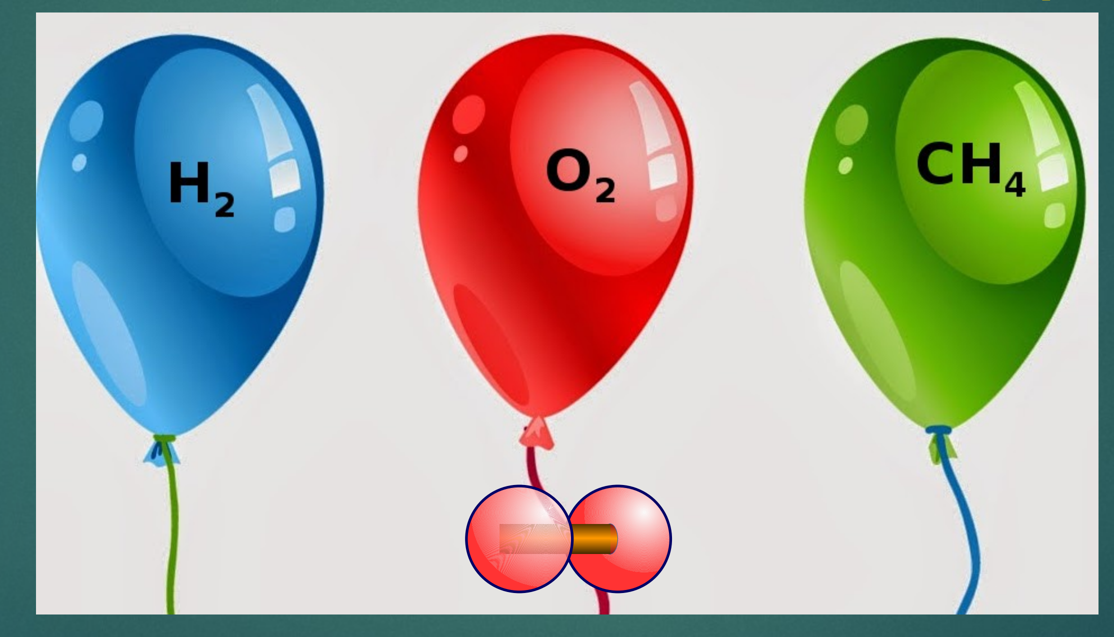
M en C Rafael Govea Villaseñor

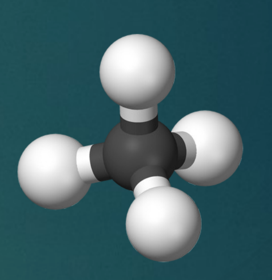
¿Qué es el Volumen Molar?

Es el volumen de un gas que ocupa la Masa Molecular o atómica relativa expresada en gramos = 22.4 L npt

TODOS LOS GASES OCUPAN EL MISMO VOLUMEN aunque pesen diferente.







H = 1 x 2 = 2
MM = 2 g

O = 16 x 2 = 32
MM = 32 g

C = 12 x 1 = 12
+
H = 1 x 4 = 4
MM = 16 g

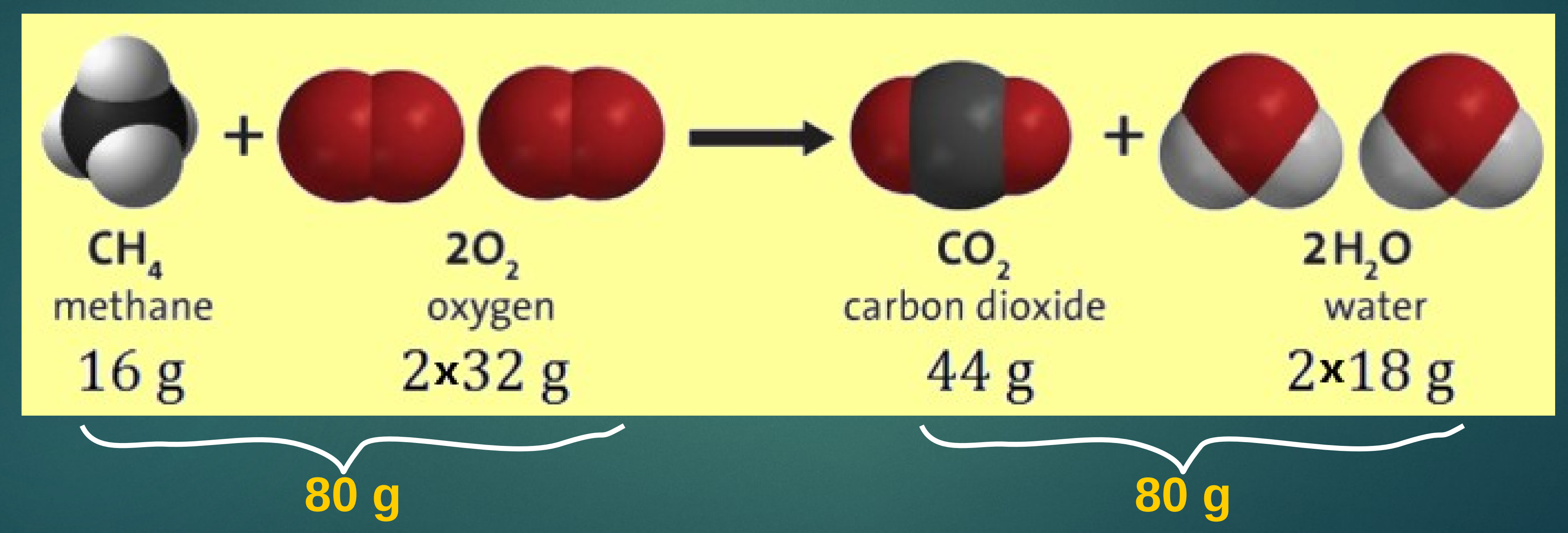
M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cuáles preguntas contesta la Estequimetría? Por ejemplo…

- ¿Cuántas moles de cada reactivo generan tantas moles de sendos productos?
- ¿Cuántos gramos o kilos de un producto se obtienen a partir de **X** masa de reactivos?
- ¿Cuántos gramos de un reactivo se necesitan para generar **Y** kilogramos de un producto?
- ¿Cuántos Kg de un reactivo se necesitan para generar **Z** Volumen de productos? O viceversa.

¿Cuáles Pincipios usamos para resolver las preguntas? 1

El principio de Conservación de la Materia también llamada
Ley de A. Lavoisier, 1775



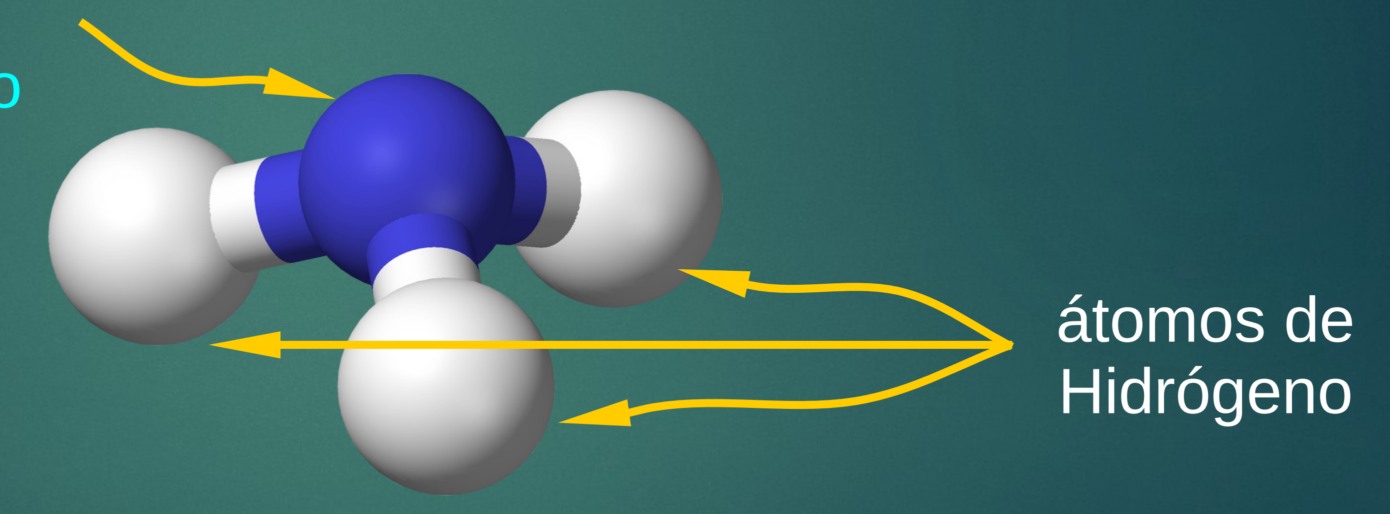
La masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cuáles Pincipios usamos para resolver las preguntas? 2

La Ley de las Proporciones constantes de JL Proust, 1795

En el Amoniaco también llamado Azano o trihidruro de nitrógeno hay 1 Nitrógeno por cada 3 átomos de Hidrógeno



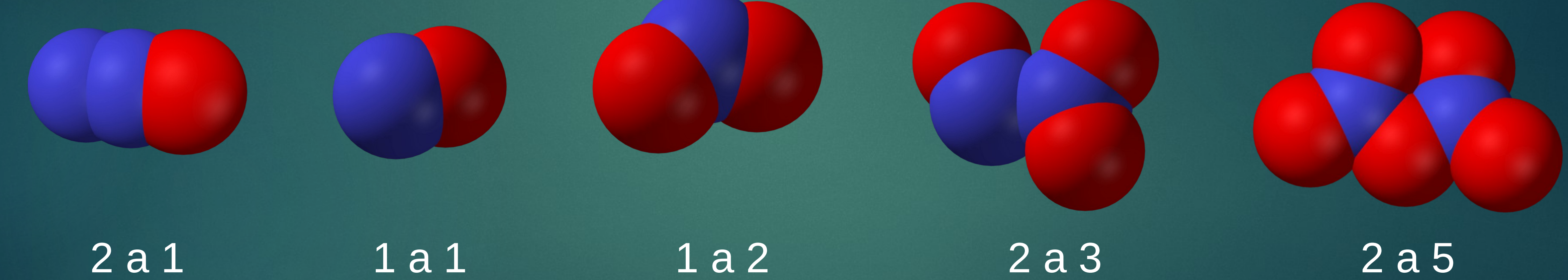
En un compuesto los átomos de diferentes elementos se combinan en proporciones enteras fijas.

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cuáles Pincipios usamos para resolver las preguntas? 3

La Ley de las Proporciones Múltiples de J Dalton, 1803

Átomos de Nitrógeno a Oxígeno



2 a 1 | 1 a 1 | 1 a 2 | 2 a 3 | 2 a 5

Algunos elementos se combinan en varias proporciones enteras fijas distintas para formar diferentes sustancias.

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema de Regla de Tres?

En la regla de 3 tenemos 2 pares de cantidades, al conocer 3 de ellas podemos calcular la cuarta.

Comparten unidad **Comparten otra unidad**

$=W$	$X=\frac{WZ}{Y}$
$\frac{WZ}{X}=Y$	$Z=$

La incógnita resulta de multiplicar los números adyacentes y dividir entre el número opuesto

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 1

Primero leemos cuidadosamente e identificamos datos e incógnita:

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

En la síntesis del silicato de calcio a partir de 100 g de óxido de calcio ¿Cuántos gramos de dióxido de silicio necesitamos?

Datos: Partimos de 100 g de óxido de calcio

Incógnita: El número de g necesarios de dióxido de silicio

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 2

Luego escribimos la ecuación de la reacción balanceada dejando espacio suficiente arriba y entre sustancias:

$$CaO_{(s)} \quad + \quad SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 3

Cálculamos la Masa Molecular de cada sustancia:

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 4

Cálculamos la Masa Molar de cada sustancia:

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g   60 g   116 g

$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \rightarrow CaSiO_{3\,(s)}$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 5

Anotamos la masa conocida debajo de la fórmula de la sustancia en cuestión:

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g   60 g   116 g

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

100 g

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 6

Ponemos la incónita bajo la fórmula correspondiente e imaginamos la regla de 3

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g	60 g		116 g
$CaO_{(s)}$	+ $SiO_{2\,(s)}$	$\longrightarrow$	$CaSiO_{3\,(s)}$
100 g	$?g =$		

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 7

Multiplicamos los términos adyacentes y dividimos entre el opuesto a la incógnita

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g	60 g	116 g
$CaO_{(s)}$ +	$SiO_{2\,(s)}$ →	$CaSiO_{3\,(s)}$
100 g		

$$?g = \frac{(60\ g)\ (100g)}{56\ g}$$

$$?g = 107.1\ g\ \text{de dióxido de Si}$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

Otro problema estequiométrico. Paso 1

Primero leemos cuidadosamente e identificamos datos e incógnita:

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

En la síntesis del silicato de calcio, partir de 750 g de dióxido de silicio ¿Cuántos gramos de silicato obtenemos?

Datos: Partimos de 750 g de dióxido de silicio

Incógnita: gramos de silicato de calcio producido

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 2

Escribimos la ecuación de la reacción balanceada dejando espacio suficiente arriba y entre sustancias:

$$CaO_{(s)} \quad + \quad SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 3

Cálculamos la Masa Molecular de cada sustancia:

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 4

Cálculamos la Masa Molar de cada sustancia:

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g 60 g 116 g

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \longrightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 5

Anotamos la masa conocida debajo de la fórmula de la sustancia en cuestión:

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g   60 g   116 g

$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \rightarrow CaSiO_{3\,(s)}$

750 g

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 6

Ponemos la incónita bajo la fórmula correspondiente e imaginamos la regla de 3

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g | 60 g | 116 g

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \rightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

750 g | $?g =$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 7

Multiplicamos los términos adyacentes y dividimos entre el opuesto a la incógnita

Ca = 40 x 1 = 40
O = 16 x 1 = 16
MM = 56

Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 2 = 32
MM = 60

Ca = 40 x 1 = 40
Si = 28 x 1 = 28
O = 16 x 3 = 48
MM = 116

Masas Molares = 56 g 60 g 116 g

$$CaO_{(s)} + SiO_{2\,(s)} \rightarrow CaSiO_{3\,(s)}$$

750 g

$$?g = \frac{(750\ g)(116 g)}{60\ g}$$

$?g =$ 1450 g de Silicato de Ca

M en C Rafael Govea Villaseñor

Otro problema estequiométrico. Un detalle, los coeficientes. Paso 1

Primero leemos cuidadosamente e identificamos datos e incógnita:

$$2\,AlCl_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 6NaCl + Al_2(CO_3)_3$$

En la reacción de doble sustitución el tricloruro de aluminio y el carbonato de disodio ¿Cuántos gramos de cloruro de sodio obtenemos a partir 50 g del tricloruro?

Datos: Partimos de 50 g de tricloruro de aluminio

Incógnita: gramos de cloruro de sodio producido

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 2

Escribimos la ecuación de la reacción balanceada dejando espacio suficiente arriba y entre sustancias:



¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 3

Cálculamos la Masa Molecular de cada sustancia (precisión de décimos):

Al = 27.0 x 1 = 27.0
Cl = 35.5 x 3 = 106.5
MM = 133.5

Na = 23.0 x 2 = 46.0
C = 12.0 x 1 = 12.0
O = 16.0 x 3 = 48.0
MM = 106.0

Na = 23.0 x 1 = 23.0
Cl = 35.5 x 1 = 35.5
MM = 58.5

Al = 27.0 x 2 = 54.0
C = 12.0 x 3 = 36.0
O = 16.0 x 9 = 144.0
MM = 234.0

$$2\,AlCl_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 6NaCl + Al_2(CO_3)_3$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 4

Multiplicamos el coeficiente por la Masa Molar de cada sustancia:

Al = 27.0 x 1 = 27.0
Cl = 35.5 x 3 = 106.5
MM = 133.5

Na = 23.0 x 2 = 46.0
C = 12.0 x 1 = 12.0
O = 16.0 x 3 = 48.0
MM = 106.0

Na = 23.0 x 1 = 23.0
Cl = 35.5 x 1 = 35.5
MM = 58.5

Al = 27.0 x 2 = 54.0
C = 12.0 x 3 = 36.0
O = 16.0 x 9 = 144.0
MM = 234.0

2 (133.5 g) = 267.0 g | 3 (106.0 g) = 318.0 g | 6 (58.5 g) = 351.0 g | 234.0 g

$$2\,AlCl_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 6NaCl + Al_2(CO_3)_3$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 5

Anotamos la masa conocida debajo de la fórmula de la sustancia en cuestión:

Al = 27.0 x 1 = 27.0
Cl = 35.5 x 3 = 106.5
MM = 133.5

Na = 23.0 x 2 = 46.0
C = 12.0 x 1 = 12.0
O = 16.0 x 3 = 48.0
MM = 106.0

Na = 23.0 x 1 = 23.0
Cl = 35.5 x 1 = 35.5
MM = 58.5

Al = 27.0 x 2 = 54.0
C = 12.0 x 3 = 36.0
O = 16.0 x 9 = 144.0
MM = 234.0

2 (133.5 g) = 267.0 g		3 (106.0 g) = 318.0 g		6 (58.5 g) = 351.0 g		1 (234.0 g)
$2\ AlCl_3$	+	$3Na_2CO_3$	$\longrightarrow$	$6NaCl$	+	$Al_2(CO_3)_3$
50.0 g						

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 6

Ponemos la incónita bajo la fórmula correspondiente e imaginamos la regla de 3

Al = 27.0 x 1 = 27.0
Cl = 35.5 x 3 = 106.5
MM = 133.5

Na = 23.0 x 2 = 46.0
C = 12.0 x 1 = 12.0
O = 16.0 x 3 = 48.0
MM = 106.0

Na = 23.0 x 1 = 23.0
Cl = 35.5 x 1 = 35.5
MM = 58.5

Al = 27.0 x 2 = 54.0
C = 12.0 x 3 = 36.0
O = 16.0 x 9 = 144.0
MM = 234.0

2 (133.5 g) = 267.0 g | 3 (106.0 g) = 318.0 g | 6 (58.5 g) = 351.0 g | 234.0 g

$$2\,AlCl_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 6NaCl + Al_2(CO_3)_3$$

50.0 g

$?g =$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico. Paso 7

Multiplicamos los términos adyacentes y dividimos entre el opuesto a la incógnita

Al = 27.0 x 1 = 27.0
Cl = 35.5 x 3 = 106.5
MM = 133.5

Na = 23.0 x 2 = 46.0
C = 12.0 x 1 = 12.0
O = 16.0 x 3 = 48.0
MM = 106.0

Na = 23.0 x 1 = 23.0
Cl = 35.5 x 1 = 35.5
MM = 58.5

Al = 27.0 x 2 = 54.0
C = 12.0 x 3 = 36.0
O = 16.0 x 9 = 144.0
MM = 234.0

2 (133.5 g) = 267.0 g | 3 (106.0 g) = 318.0 g | 6 (58.5 g) = 351.0 g | 234.0 g

$$2\,AlCl_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 6NaCl + Al_2(CO_3)_3$$

50.0 g

$$?g = \frac{(50.0\ g)\ (351.0g)}{267\ g}$$

$$?g = 65.7\ g\ \text{de Cloruro de Na}$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

Otro problema estequiométrico. ¿Y si son gases? El volumen. Paso 1

Primero leemos cuidadosamente e identificamos datos e incógnita:



En la reacción de combustión del amoniaco ¿Cuántos litros npt de dióxido de nitrógeno se obtienen a partir de 50 L de NH_3?

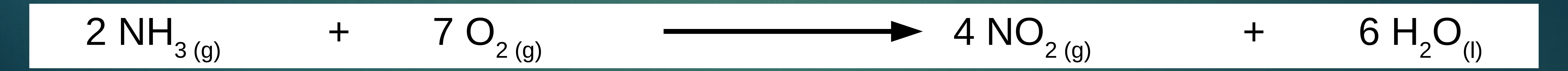
Datos: Partimos de 50 L de Azano (amoniaco)

Incógnita: Litros de NO_2 npt producido

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico, volumen. Paso 2

Escribimos la ecuación de la reacción balanceada dejando espacio suficiente arriba y entre sustancias:



$$2\ NH_{3\ (g)} + 7\ O_{2\ (g)} \longrightarrow 4\ NO_{2\ (g)} + 6\ H_2O_{(l)}$$

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico, volumen. Paso 3

En este caso no necesitamos la Masa molar de las sustancias gaseosas, sino su Volumen Molar, lo anotamos:

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

H = 1.01 x 2 = 2.02
O = 16.00 x 2 = 32.00
MM = 34.02

$$2\ NH_{3\ (g)} + 7\ O_{2\ (g)} \longrightarrow 4\ NO_{2\ (g)} + 6\ H_2O_{(l)}$$

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico, volumen. Paso4

Multiplicamos el coeficiente por el Volumen o Masa Molar de cada sustancia:

VM = 22.4 L

V = 2 (22.4 L) = 44.8 L

VM = 22.4 L

V = 7 (22.4 L) = 156.8 L

VM = 22.4 L

V = 4 (22.4 L) = 89.6 L

H = 1.01 x 2 = 2.02

O = 16.00 x 2 = 32.00

MM = 34.02

6 (18.02 g) = 108.12 g

$$2\ NH_{3\,(g)} + 7\ O_{2\,(g)} \longrightarrow 4\ NO_{2\,(g)} + 6\ H_2O_{(l)}$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico, volumen. Paso 5

Anotamos el dato debajo de la fórmula de la sustancia en cuestión:

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

H = 1.01 x 2 = 2.02
O = 16.00 x 2 = 32.00
MM = 34.02

V = 2 (22.4 L) = 44.8 L

V = 7 (22.4 L) = 156.8 L

V = 4 (22.4 L) = 89.6 L

6 (18.02 g) = 108.12 g

$$2\,NH_{3\,(g)} + 7\,O_{2\,(g)} \longrightarrow 4\,NO_{2\,(g)} + 6\,H_2O_{(l)}$$

50 L

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico, volumen. Paso 6

Ponemos la incónita bajo la fórmula correspondiente e imaginamos la regla de 3

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

H = 1.01 x 2 = 2.02
O = 16.00 x 2 = 32.00
MM = 34.02

V = 2 (22.4 L) = 44.8 L

V = 7 (22.4 L) = 156.8 L

V = 4 (22.4 L) = 89.6 L

6 (18.02 g) = 108.12 g

$$2\ NH_{3\,(g)} + 7\ O_{2\,(g)} \longrightarrow 4\ NO_{2\,(g)} + 6\ H_2O_{(l)}$$

50 L

$$?L\ npt =$$

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo resolvemos un problema estequiométrico, volumen. Paso 7

Multiplicamos los términos adyacentes y dividimos entre el opuesto a la incógnita

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

VM = 22.4 L

H = 1.01 x 2 = 2.02
O = 16.00 x 2 = 32.00
MM = 34.02

V = 2 (22.4 L) = 44.8 L

V = 7 (22.4 L) = 156.8 L

V = 4 (22.4 L) = 89.6 L

6 (18.02 g) = 108.12 g

$$2\ NH_{3\ (g)} + 7\ O_{2\ (g)} \longrightarrow 4\ NO_{2\ (g)} + 6\ H_2O_{(l)}$$

50 L

$$?L\ npt = \frac{(50\ L)\ (89.6\ L)}{44.8\ L}$$

$$?L\ npt = 100\ L\ \text{de dióxido de nitrógeno}$$

Lo que se deduce de un vistazo a los coeficientes:
2 volúmenes de azano dan 4 de NO_2

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Un problema para el CET (hoja 7) Paso 1

Primero leemos cuidadosamente e identificamos datos e incógnita:

En la reacción de doble sustitución mostrada abajo, partimos de 200 g de carbonato de disodio. ¿Cuántos g de sulfuro de sodio se forman ?

Datos: ______________________________

Incógnita: ______________________________

$$Na_2CO_3 + H_2S \longrightarrow Na_2S + H_2CO_3$$

M en C Rafael Govea Villaseñor